

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ
ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ
ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΗΣ ΝΕΟΤΕΧ ΑΕΒΕ,
NEOROOF®, SILATEX® REFLECT και N-THERMON® 9mm.**

Μάρτιος 2013
67/2013

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Καθ. Μ. Σανταμούρης

Περιεχόμενα

1	Σύνοψη.....	3
2	Εισαγωγή	4
3	Κλιματικά Δεδομένα	5
4	Περιγραφή και ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου	9
4.1	Διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες	9
4.2	Εσωτερικά κέρδη.....	9
4.3	Αερισμός.....	10
4.4	Επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης	10
4.5	Θέρμανση και ψύξη	10
4.6	Δομικά στοιχεία & υαλοστάσια	11
4.7	Σκίαση.....	11
5	Πρωτογενής Ενέργεια.....	11
6	Συμπεράσματα	14

1 Σύνοψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται σε κτίρια κατοικιών στην Ελλάδα με συνδυαστική χρήση των :

- SILATEXREFLECT, ανακλαστική ελαστομερής μονωτική βαφή για εξωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες,
- NEOROOF, μονωτικό επαλειπτικό ταρατσών (UV-curable) για εξωτερικές οριζόντιες επιφάνειες και
- N-THERMON 9mm, θερμομονωτική πλάκα εξηλασμένης πολυστερίνης εσωτερικά του κτιρίου τόσο στους τοίχους όσο και στην οροφή

της εταιρείας NEOTEX AEBE.

Οι υπολογισμοί έγιναν για τις ακόλουθες κλιματικές ζώνες:

Κλιματική ζώνη	Πόλη	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
A	Ηράκλειο	35.2°	25.11°
B	Αθήνα	37.58°	23.43°
Γ	Θεσσαλονίκη	40.13°	22.58°
Δ	Καστοριά	40.27°	21.17°

Μελετήθηκε μία χαρακτηριστική περίπτωση μονοκατοικίας ενός ορόφου. Όλοι οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν έχοντας θεωρήσει έτος κατασκευής πριν την εφαρμογή του θερμομονωτικού κανονισμού (πριν το 1980).

Μελετήθηκε η επίδραση σε αυτή της ταυτόχρονης εφαρμογής των προϊόντων της εταιρίας NEOTEX AEBE. Για όλα τα παραπάνω υπολογίστηκε η τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Η συνδυαστική χρήση των προϊόντων SILATEX REFLECT, NEOROOF και η εφαρμογή του N-THERMON 9mm οδήγησε και για τις 4 κλιματικές ζώνες σε εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με το κτίριο αναφοράς.

Τα υλικά SILATEX REFLECT και NEOROOF λόγω της υψηλής ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία και του υψηλού συντελεστή εκπομπής στην υπέρυθη οδηγούν σε μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμότητας που διεισδύει στο κτίριο. Αυτό οδηγεί σε ελάττωση των ενεργειακών αναγκών για δροσισμό. Η εφαρμογή του N-THERMON 9mm δρα θετικά τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο.

2 Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αξιολόγηση της επίδρασης της συνδυαστικής χρήσης του SILATEX REFLECT, του NEOROOF και του N-THERMON 9mm της εταιρείας NEOTEX ΑΕΒΕ, στην καταναλισκόμενη πρωτογενή ενέργεια σε κατοικίες στην Ελλάδα.

Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ένα τυπικό κτίριο κατοικίας αναφοράς (μονοκατοικία ενός ορόφου) για τον ελλαδικό χώρο και υπολογίστηκε η κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας πριν και μετά την εφαρμογή του συνδυασμού λύσεων που προτείνεται από την εταιρεία NEOTEX ΑΕΒΕ για τις 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.

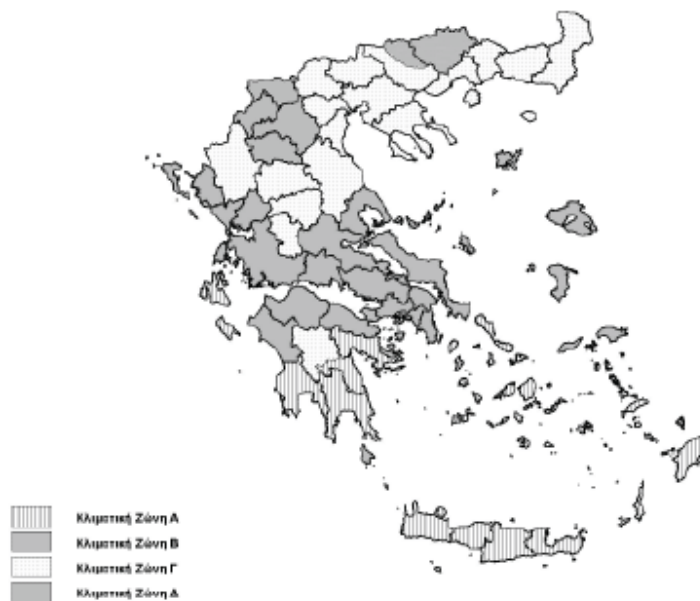
Τα οπτικά και θερμικά χαρακτηριστικά των προϊόντων SILATEX REFLECT και NEOROOF της εταιρείας NEOTEX ΑΕΒΕ είχαν μετρηθεί και αξιολογηθεί σε προηγούμενη μελέτη της Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος.

Οι μελέτες αυτές καθώς και η παρούσα, πραγματοποιήθηκαν από την Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών του Τμήματος Φυσικής, Τομέας Φυσικής Εφαρμογών.

3 Κλιματικά Δεδομένα

Για τον υπολογισμό των φορτίων θέρμανσης και δροσισμού χρησιμοποιήθηκαν ωριαίες τιμές των παρακάτω κλιματολογικών παραμέτρων για κάθε κλιματική ζώνη:

- Ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο,
- Διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο,
- Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου,
- Σχετική υγρασία,
- Ταχύτητα ανέμου
- Διεύθυνση ανέμου
- Θερμοκρασία Εδάφους.



Σχήμα 1 Σχηματικά απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας.

Πίνακας 1 Κλιματικά δεδομένα υπό μελέτη περιοχών.

Κλιματική ζώνη	Πόλη	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
A	Ηράκλειο	35.2°	25.11°
B	Αθήνα	37.58°	23.43°
Γ	Θεσσαλονίκη	40.13°	22.58°
Δ	Καστοριά	40.27°	21.17°

Στη συνέχεια δίνονται πίνακες με τις μέσες, μέγιστες και ελάχιστες μηνιαίες τιμές των παραπάνω παραμέτρων, όπως δίνονται από το λογισμικό ΜΕΤΕΟΝΟΡΜ.

Πίνακας 2 Μέσες μηνιαίες τιμές των κλιματολογικών παραμέτρων.(25.11Ε, 35.2Ν), Κλιματική Ζώνη Α

Μήνας	Ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο (kWh/m ²)		Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec)
	Ολική	Διάχυτη			
Ιανουάριος	65.0	40.0	12.0	68.0	4.8
Φεβρουάριος	72.0	46.0	12.2	67.0	5.1
Μάρτιος	107.0	65.0	13.6	66.0	4.7
Απρίλιος	149.0	72.0	16.6	62.0	4.0
Μάιος	185.0	78.0	20.3	61.0	3.1
Ιούνιος	201.0	71.0	24.3	57.0	3.3
Ιούλιος	211.0	68.0	26.1	57.0	4.5
Αύγουστος	196.0	62.0	25.9	58.0	4.6
Σεπτέμβριος	153.0	56.0	23.5	61.0	3.9
Οκτώβριος	104.0	54.0	19.9	66.0	3.9
Νοέμβριος	65.0	42.0	16.6	67.0	4.2
Δεκέμβριος	52.0	36.0	13.8	68.0	4.8

Πίνακας 3 Μέσες μηνιαίες τιμές των κλιματολογικών παραμέτρων.(23.43E, 37.58N), Κλιματική Ζώνη Β

Μήνας	Ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο (kWh/m ²)		Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec)
	Ολική	Διάχυτη			
Ιανουάριος	66.0	31.0	9.3	72.0	5.1
Φεβρουάριος	75.0	36.0	9.8	71.0	6.7
Μάρτιος	104.0	52.0	11.7	68.0	5.1
Απρίλιος	146.0	62.0	15.5	61.0	4.6
Μάιος	182.0	71.0	20.2	57.0	4.1
Ιούνιος	200.0	68.0	24.6	51.0	4.6
Ιούλιος	213.0	65.0	27	48.0	4.6
Αύγουστος	200.0	57.0	26.6	49.0	4.6
Σεπτέμβριος	156.0	49.0	23.3	56.0	4.6
Οκτώβριος	106.0	43.0	18.3	65.0	6.2
Νοέμβριος	66.0	32.0	14.4	73.0	4.6
Δεκέμβριος	53.0	28.0	11.1	72.0	5.1

Πίνακας 4 Μέσες μηνιαίες τιμές των κλιματολογικών παραμέτρων.(22.58E, 40.13N), Κλιματική Ζώνη Γ

Μήνας	Ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο (kWh/m ²)		Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec)
	Ολική	Διάχυτη			
Ιανουάριος	45.0	30.0	5.0	76.0	3.0
Φεβρουάριος	55.0	37.0	6.7	74.0	3.1
Μάρτιος	89.0	56.0	9.6	73.0	2.9
Απρίλιος	127.0	70.0	14.2	69.0	2.8
Μάιος	162.0	83.0	19.5	64.0	2.6
Ιούνιος	173.0	84.0	24.2	56.0	3.1
Ιούλιος	175.0	84.0	26.5	53.0	3.4
Αύγουστος	161.0	76.0	25.8	56.0	3.0
Σεπτέμβριος	122.0	61.0	21.8	62.0	2.9
Οκτώβριος	79.0	47.0	16.1	70.0	2.6
Νοέμβριος	48.0	32.0	10.9	77.0	2.6
Δεκέμβριος	37.0	26.0	6.7	78.0	2.9

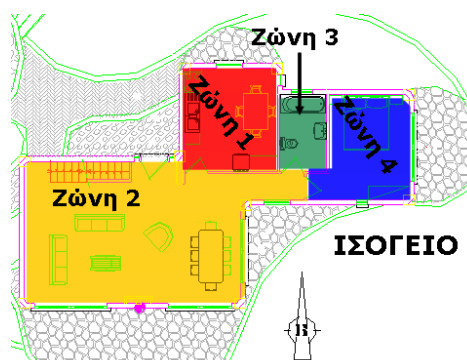
Πίνακας 5 Μέσες μηνιαίες τιμές των κλιματολογικών παραμέτρων.(21.17Ε, 40.27Ν), Κλιματική Ζώνη Δ

Μήνας	Ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο (kWh/m ²)		Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec)
	Ολική	Διάχυτη			
Ιανουάριος	59.0	33.5	2.0	72.0	1.4
Φεβρουάριος	70.0	35.7	5.9	80.0	1.8
Μάρτιος	117.0	58.4	10.8	74.0	2.5
Απρίλιος	153.0	70.7	16.0	67.0	2.5
Μάιος	190.0	85.1	20.0	65.0	2.0
Ιούνιος	203.0	86.6	22.1	59.0	2.5
Ιούλιος	215.0	88.1	21.4	56.0	2.5
Αύγουστος	194.0	73.5	17.4	57.0	2.2
Σεπτέμβριος	151.0	57.5	12.5	65.0	2.1
Οκτώβριος	98.0	45.8	6.9	69.0	1.5
Νοέμβριος	60.0	32.7	2.8	78.0	1.7
Δεκέμβριος	53.0	26.7	0.0	76.0	1.8

4 Περιγραφή και ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου

4.1 Διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες

Για την εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων το κτίριο χωρίστηκε σε τέσσερις (4) ζώνες. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά οι ζώνες που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου καθώς και η χρήση τους. (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Θερμικές ζώνες της μονοκατοικίας

Πίνακας 6 Χρήση και εμβαδόν ζωνών

Ζώνη	Εμβαδόν m ²	Χρήση
1	13.6	Κουζίνα
2	44.8	Καθιστικό
3	5.2	WC
4	12.9	Υπνοδωμάτιο

4.2 Εσωτερικά κέρδη

Δεδομένης της χρήσης του κτιρίου τα εσωτερικά κέρδη προέρχονται κύρια από τους ανθρώπους και τον τεχνητό φωτισμό. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από άλλες συσκευές θεωρούνται μικρά. Στην κατοικία θεωρήθηκε ότι διαμένουν δύο ένοικοι.

Ο τεχνητός φωτισμός στους χώρους διαμονής θεωρείται ότι αποδίδεται σε ποσοστό 60% σαν ακτινοβολία και 40% σαν αισθητή θερμότητα.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα χρονοδιαγράμματα που θεωρήθηκαν για την παρουσία των ενοίκων και τη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού.

Πίνακας 7 Χρονοδιαγράμματα παρουσίας ενοίκων και λειτουργίας τεχνητού φωτισμού

Ημέρα	Ωράριο	Άτομα	Φωτισμός
Δευτέρα έως Κυριακή	00:00 – 18:00	100%	5%
	18:00 – 24:00	100%	100%

4.3 Αερισμός

Θεωρήθηκε αερισμός των χώρων (φυσικός) σύμφωνα με τον ΤΟΤΕΕ 20701/2010, $15\text{m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$. Η διείσδυση του αέρα του κτιρίου θεωρήθηκε ίση με 0.4 ACH.

4.4 Επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης

Οι επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης δίνονται στον παρακάτω πίνακα και είναι σύμφωνες με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701/2010.

Πίνακας 8 Επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης για κατοικίες

Χρήση	Θερμοκρασία °C	Σχετική Υγρασία (%)
Θέρμανση	20	40
Δροσισμός	26	50

4.5 Θέρμανση και ψύξη

Η θέρμανση θεωρήθηκε ότι επιτυγχάνεται με χρήση παλαιάς τεχνολογίας καυστήρα με $\text{COP}=0.8$.

Αντίστοιχα ο δροσισμός θεωρήθηκε ότι επιτυγχάνεται με χρήση κλιματιστικών μονάδων παλαιάς τεχνολογίας με $\text{COP}=1.5$.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια είναι σύμφωνοι με το ΚΕΝΑΚ και είναι οι εξής:

ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ / ΚΕΝΑΚ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ:	1.10
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ:	2.90

Πίνακας 9 Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας συστήματος θέρμανσης και ψύξης.

Ημέρα	Ωράριο
Δευτέρα έως Κυριακή	06:00 – 00:00

4.6 Δομικά στοιχεία & υαλοστάσια

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς.

Πίνακας 10 Δομικά στοιχεία για το κτίριο αναφοράς

	Περιγραφή	u-value W/(m ² K)	SR
Φέρων οργανισμός	Οπλισμένο σκυρόδεμα. Χωρίς μόνωση.	2.57	0.35
Εξωτερικές τοιχοποιίες	Μονή τοιχοποιία κατασκευασμένη από πήλινα τούβλα και αμφίπλευρο επίχρισμα. Χωρίς μόνωση.	2.75	0.35
Εσωτερική Τοιχοποιία	Μονή (δρομική) και αμφίπλευρο επίχρισμα.	2.75	
Δώμα	Αμόνωτη επιφάνεια από μπετόν, τσιμεντοκονία. Χωρίς μόνωση	3.01	0.25
Υαλοστάσια	Μονοί υαλοπίνακες	5.68	

4.7 Σκίαση

Θεωρήθηκε συντελεστής σκίασης ίσος με 0.8 κατά τους θερινούς μήνες και 0.2 κατά τους χειμερινούς μήνες.

5 Πρωτογενής Ενέργεια

Υπολογίστηκε η πρωτογενής ενέργεια για το κτίριο πριν και μετά το συνδυασμό λύσεων της εταιρείας NEOTEX AEBE.

Τα οπτικά χαρακτηριστικά των υλικών SILATEX REFLECT και NEOROOF έχουν προσδιοριστεί από την Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια προηγούμενης μελέτης.

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται τα δομικά στοιχεία έτσι όπως βελτιώνονται μετά τη χρήση των προϊόντων της NEOTEX AEBE.

Πίνακας 11 Δομικά στοιχεία για το κτίριο που προκύπτει από το συνδυασμό λύσεων που προτείνει η εταιρεία ΝΕΟΤΕΧ ΑΕΒΕ.

	Περιγραφή	u-value W/(m ² K)	SR	Σχόλια
Φέρων οργανισμός	Οπλισμένο σκυρόδεμα. N-THERMON 9mm εσωτερικά	1.47	0.88	SILATEX REFLECT^{*1}
Εξωτερικές τοιχοποιίες	Μονή τοιχοποιία από πήλινα τούβλα και αμφίπλευρο επίχρισμα. N-THERMON 9mm εσωτερικά.	1.52	0.88	SILATEX REFLECT^{*1}
Εσωτερική τοιχοποιία	Μονή (δρομική) και αμφίπλευρο επίχρισμα.	2.75		
Δώμα	Αμόνωτη επιφάνεια από μπετό, τσιμεντοκονία. N-THERMON 9mm εσωτερικά	1.60	0.88	NEOROOF^{*2}
Υαλοστάσια	μονοί υαλοπίνακες	5.68		

*1 Συντελεστής εκπομπής στην υπέρυθη ακτινοβολία (ε) =0,86 (+/- 0.02)

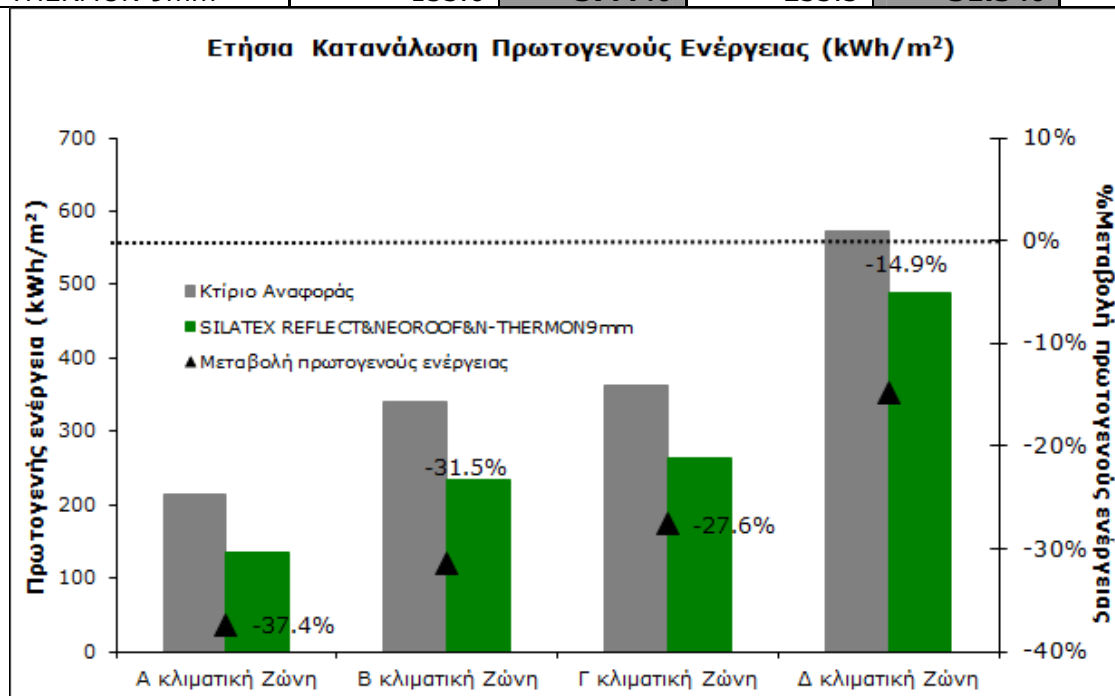
*2 Συντελεστής εκπομπής στην υπέρυθη ακτινοβολία (ε) =0,86(+/- 0.02)

Πίνακας 12 Δομικά στοιχεία πριν και μετά από το συνδυασμό λύσεων που προτείνει η εταιρεία ΝΕΟΤΕΧ ΑΕΒΕ.

	u-value W/(m ² K) Κτίριο Αναφοράς	u-value W/(m ² K) N-THERMON 9mm εσωτερικά	SR Κτίριο Αναφοράς	SR SILATEX REFLECT^{*1} NEOROOF^{*2}
Φέρων οργανισμός	2.57	1.47	0.35	0.88^{*1}
Εξωτερικές τοιχοποιίες	2.75	1.52	0.35	0.88^{*1}
Εσωτερική τοιχοποιία	2.75	2.75		
Δώμα	3.01	1.60	0.25	0.88^{*2}
Υαλοστάσια	5.68	5.68		

Πίνακας 13 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καθώς και η ποσοστιαία μεταβολή της πριν την εφαρμογή των προϊόντων της εταιρείας NEOTEX AEBE

	Α κλιματική Ζώνη		Β κλιματική Ζώνη		Γ κλιματική Ζώνη		Δ κλιματική Ζώνη	
	Πρωτογενής ενέργεια kWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια kWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια kWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια kWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας
Κτίριο Αναφοράς	213.6		340.4		362.5		572.3	
SILATEX REFLECT & NEOROOF & N-THERMON 9mm	133.6	-37.4%	233.3	-31.5%	262.3	-27.6%	487.3	-14.9%



Σχήμα 2 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για τη μονοκατοικία πριν (κτίριο αναφοράς) και μετά (SILATEX REFLECT & NEOROOF & N-THERMON 9mm) την εφαρμογή προϊόντων της NEOTEX AEBE.

6 Συμπεράσματα

Μελετήθηκε μία χαρακτηριστική περίπτωση μονοκατοικίας ενός ορόφου έχοντας θεωρήσει έτος κατασκευής πριν την εφαρμογή του θερμομονωτικού κανονισμού. Αξιολογήθηκε η επίδραση σε αυτή της ταυτόχρονης εφαρμογής των προϊόντων της εταιρείας NEOTEX AEBE. Η εξοικονόμηση στην κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας κυμαίνεται από 14.9% έως 37.4% ανάλογα με την κλιματική ζώνη. (Πίνακας 14)

Πίνακας 14 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καθώς και η ποσοστιαία μεταβολή της πριν την εφαρμογή των προϊόντων της εταιρείας NEOTEX AEBE

	Α κλιματική Ζώνη		Β κλιματική Ζώνη		Γ κλιματική Ζώνη		Δ κλιματική Ζώνη	
	Πρωτογενής ενέργεια KWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια KWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια KWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας	Πρωτογενής ενέργεια KWh/m ²	% μεταβολή πρωτογενούς ενέργειας
Κτίριο Αναφοράς	213.6		340.4		362.5		572.3	
SILATEX REFLECT & NEOROOF & N-THERMON 9mm	133.6	-37.4%	233.3	-31.5%	262.3	-27.6%	487.3	-14.9%